

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА «ХИММОТОЛОГИЯ»

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ  
ПО КУРСУ «ХИММОТОЛОГИЯ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И  
СПЕЦИАЛЬНЫХ ЖИДКОСТЕЙ»**

**Для магистрантов I и II курсов специальности  
5A521207 – «Химмотология»**

**Ташкент - 2006**

Методические указания по курсу «Химмотология смазочных материалов и специальных жидкостей» рассмотрена на заседании кафедры «Химмотология» от «\_\_»\_\_\_\_\_200\_\_ г. Протокол №\_\_\_\_\_

Зав. кафедрой, доцент

А.Л. Барханаджян

Утверждена на научно-методическом совете КСД «\_\_»\_\_\_\_\_200\_\_ г  
Протокол №\_\_\_\_\_

Председатель НМС КСД, доцент

М.З. Мусаджанов

Составитель:

К.х.н., доцент

Ст. преподаватель

Ст. преподаватель

Ассистент

А.Л. Барханаджян

Р.М. Хакимов

Э.И. Кушнирова

Т.А. Садыков

Рецензенты

К.т.н., профессор

К.т.н., доцент

Начальник отдела АК Узнефтемахсулот»

В.А. Акопов

И.К. Умаров

## ВВЕДЕНИЕ

По значимости и массовости применения в народном хозяйстве нефтепродукты занимают первостепенное место. Значительные объемы потребления нефтепродуктов на автомобильном транспорте требуют всемерной экономии топливо-смазочных (ТСМ) материалов, затраты на которые составляют 15...20% себестоимости автомобильных перевозок.

Знание свойств ТСМ, экономное и рациональное применение имеет наибольшее значение для экономии ТСМ, позволяет правильно решать на практике вопросы транспортирования, хранения, эксплуатации.

Настоящее методическое указание предназначено для проведения исследовательских лабораторных работ по определению качества смазочных материалов и специальных жидкостей, для магистрантов – химмотологов. Разработка данного исследовательского методического указания необходима для систематизирования знаний по свойствам топливо-смазочных материалов, области их применения, кроме того, помогут выработать навыки самостоятельности при решении практических задач в области исправления качества ТСМ, правильного их хранения, эксплуатации.

Целью данной работы является расширение и более глубокого изучения химмотологии топливо-смазочных материалов. В отличие от занятий в бакалавриате магистр должен самостоятельно проводить эксперименты, определять класс нефтепродуктов, экспериментально оценивать качество и давать рекомендации об использовании данного образца нефтепродуктов, о возможных заменителях, об условиях хранения и т.д.

Учитывая большое значение практической подготовки молодого специалиста в области химмотологии ТСМ, в настоящем руководстве даются порядок выполнения исследования, нормативные документы, действующие стандарты, для возможности сравнения полученных экспериментальных данных, и оценки качества опытного образца.

Результат каждой лабораторной работы оформляется в журнале лабораторных работ. Методика проведения экспериментов базируется на знаниях полученных при обучении в бакалавриате.

## **ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА № 2**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОРТА СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ЖИДКОСТЕЙ**

#### ***Цель работы***

Определить принадлежность данного образца смазочных материалов и специальных жидкостей к конкретной марке, определить важнейшие показатели качества и дать рекомендации к их применению

Основным показателями качества моторных масел и специальных жидкостей являются плотность, состав, вязкость и визуальный анализ. Для определения принадлежности нефтепродуктов к определенному классу необходимо предварительно определить вышеуказанные параметры. Затем на основании предварительных исследований определить класс нефтепродуктов.

После выявления класса нефтепродуктов уточняется марка путем сопоставления полученных результатов с нормируемыми показателями прилагаемых ГОСТов. Полученные экспериментальные данные заносятся в таблицу. На основании сравнения экспериментальных данных с нормируемыми показателями ГОСТа дается заключение о принадлежности нефтепродукта и рекомендации к применению.

#### ***Порядок выполнения исследовательской работы***

При проведении исследования необходимо вначале подготовить образцы проб к работе, необходимые приборы и оборудование.

Для начала работы руководителем выдается неизвестный для магистранта образец нефтепродукта, которые следует исследовать по параметрам ГОСТа.

Вначале определяется плотность, вязкость и визуальный анализ. Это считается предварительным анализом для того, чтобы определить, к какому классу нефтепродуктов относится исследуемый образец.

После выявления принадлежности нефтепродукта к определенному классу подбирается соответствующий ГОСТ, и по его показателям проводят эксперименты для определения соответствия качества нефтепродукта требованиям ГОСТа (ГОСТы прилагаются)

Данные, полученные в результате эксперимента, заносятся в сравнительные таблицы и дается заключение о пригодности нефтепродукта и рекомендации к его применению.

## Лабораторная работа № 1

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТНО-ТЕМПЕРАТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ИНДЕКСА ВЯЗКОСТИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

**Задание.** Определить кинематическую вязкость масел при температуре 20, 40, 100<sup>0</sup>С и соответствие стандарту, установить условия применения.

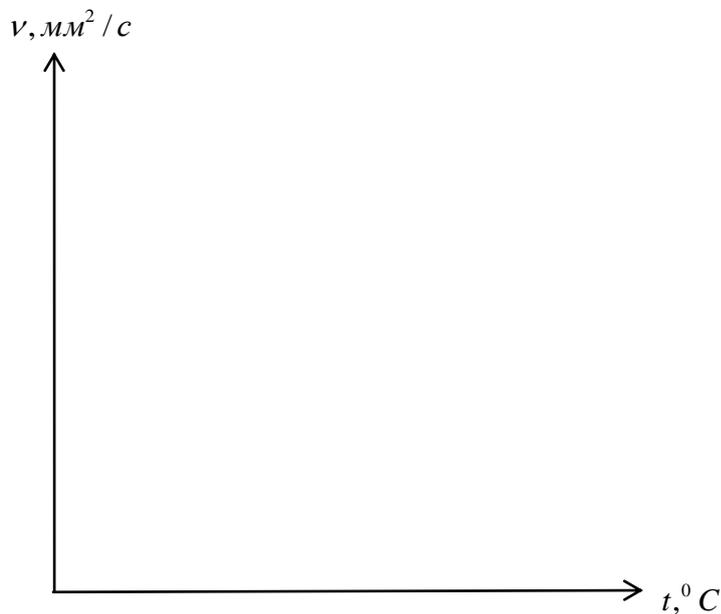
Определение кинематической вязкости образца

Вискозиметр № . Постоянная вискозиметра  $C =$  мм<sup>2</sup>/с<sup>2</sup>

Время истечение  $\tau$  (с точностью до десятой доли секунды): 1) ;

2) ; 3) ;

Кинематическая вязкость при 100<sup>0</sup>С =  $\tau_{cp}$  100<sup>0</sup>С =  
40<sup>0</sup>С = 40<sup>0</sup>С =  
20<sup>0</sup>С = 20<sup>0</sup>С =



**Заключение**

### Определение индекса вязкости

Индекс вязкости оценивающий вязкостно-температурные свойства масел, является условным показателем, характеризующим степень изменения вязкости масла в зависимости от температуры и определяемый путем сравнения вязкости данного масла с двумя эталонными маслами, вязкостно-температурные свойства одного из которых приняты за 100, а второго за 0 единиц.

Индекс вязкости определяют по номограмме (рис. 1), расчетным путем или по специальным таблицам. Для определения индекса вязкости по номограмме необходимо знать значения кинематической вязкости масла при температурах  $50^{\circ}\text{C}$  и  $100^{\circ}\text{C}$ .

Чем выше индекс вязкости, тем более пологой кривой характеризуется масло и тем лучше его вязкостно-температурные свойства. Из двух масел с одинаковой вязкостью при температуре  $100^{\circ}\text{C}$ , но с разными индексами вязкости, одно (1) можно применять только в теплое время, так как оно обеспечит легкий пуск двигателя, а другое (2) – всесезонно, так как оно обеспечит легкий пуск двигателя при низких температурах воздуха и жидкостное трение при рабочих температурах.

Учитывая то обстоятельство, что вязкость масла и индекс вязкости определяют работоспособность узла трения, то в стандартах на масла эти параметры нормируются в количественном выражении. Для автомобильных масел индекс вязкости должен быть не менее 90.

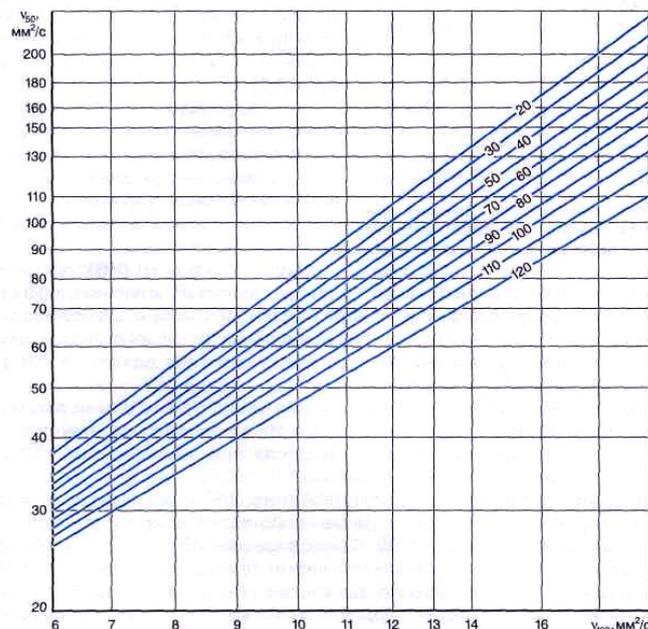


Рис. 1 Номограмма для определения индекса вязкости моторных масел

## Заключение

## Лабораторная работа № 2

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЩЕЛОЧНОГО ЧИСЛА

В процессе эксплуатации масла происходит срабатывание присадок. Под срабатываемостью присадок следует понимать уменьшение их концентрации в масле и потерю эффективности в результате разложения, взаимодействия с продуктами неполного сгорания топлива и окисления масла. Об уменьшении концентрации присадок в масле судят, как правило, по изменению содержания металлов присадок (кальция, бария, магния и т.д.) или щелочного числа масла при работе двигателя.

Срабатывание присадок (снижение щелочного числа) приводит к увеличению образования отложения на деталях двигателя, интенсивности старения масла, ухудшению физико-химических свойств, повышению интенсивности изнашивания двигателя.

Сущность метода заключается в прямом титровании раствора работавшего масла раствором кислоты в присутствии индикатора.

Для проведения анализа необходимы следующие приборы и реактивы:

толуол или бензол;

изопропиловый спирт;

дистиллированная вода;

фиксанал 0,1 н раствора соляной кислоты;

индикатор фенолфталеин, 0,1% раствора в этиловом спирте;

цилиндры вместимостью 250, 100 и 10 мл;

шприц медицинский;

пипетки вместимостью 2 мл;

бутыль с притертой пробкой для хранения растворителя;

колба с притертой пробкой для хранения титрованного спиртового раствора соляной кислоты.

Перед проведением анализа необходимо:

приготовить растворитель работавшего масла путем смешения (по объему) 50 ед. толуола, 49,5 ед. изопропилового спирта и 0,5 ед. дистиллированной воды;

приготовить 0,1 н раствор соляной кислоты в этиловом спирте из фиксанал 0,1 н раствор соляной кислоты.

Проведение анализа осуществляют в следующем порядке:

с помощью пипетки помещают 4 капли работавшего масла в коническую колбу;

добавляют 20 мл растворителя и 3 капли индикатора; если масло сильно загрязнено, то количество растворителя может быть увеличено в 2 – 5 раз.

титруют 0,1 н спиртовым раствором соляной кислоты, подавая его из шприца по каплям, количество которых считают; титрование проводят при постоянном перемешивании, внимательно наблюдают за изменением окраски;

титрование прекращают, если окраска (бурая, розовая или малиновая, в зависимости от окраски раствора масла) сохраняется в течение 5 – 10 с;

рассчитывают щелочное число по формуле:

$$\text{Щ.Ч.} = \frac{AT}{V_M \rho}$$

где А – количество 0,1 н раствора соляной кислоты, израсходованного на титрование, мл (произведение объема одной капли на количество капель)

Т – титр 0,1 н раствора соляной кислоты, равный 3,65 кг/мл;

V<sub>М</sub> – объем навески масла, мл (произведение объема одной капли на количество капель);

ρ – плотность масла, г/см<sup>3</sup>

Оценка работоспособности масла осуществляется в соответствии с приложением 1.

Примечание. Значения плотности масла, объема капли масла и капли спиртового раствора HCl выдает лаборант.

Расчет объема 1 капли масла и 1 капли спиртового раствора соляной кислоты проводят в следующей последовательности.

Калибровка пипетки.

Для определения объема навески масла, взятой на анализ с помощью пипетки, производится ее предварительная калибровка.

Образец работавшего масла с помощью пипетки по каплям помещают в мерный цилиндр вместимостью 10 мл с ценой 1 деления 0,1 мл. Точность градуировки цилиндра проверяется по дистиллированной воде весовым способом. Поместив в цилиндр 100 капель масла, замеряют занимаемый им объем. По величине занимаемого объема вычисляют объем одной капли масла, вытекающей из данной пипетки.

Калибровка шприца.

Для определения количества раствора HCl, пошедшего на титрование, проводят калибровку шприца. Для этого набирают раствор HCl в шприц, замечают объем, находящийся в нем, и, вылив из него 100 капель, вновь определяют объем оставшегося раствора. Разница между первоначальным и конечным объемам равна объему 100 капель раствора для данного шприца. Операцию калибровки повторяют не менее 2 раз и определяют объем 1 капли, вытекающего изданного шприца.

## Заключение

## Лабораторная работа № 3

### МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТОПЛИВА

Топливо оказывает преимущественное влияние на процесс образования в масле различных органических отложений, ухудшающих тепловой режим, подвод масла к трущимся деталям и повышающих износ деталей двигателя.

Поступление топлива в масло можно объяснить следующими причинами: конденсация продуктов неполного сгорания топлива, поступающих в картерное пространство с прорывающимися газами; повышенный износ ЦПГ и т.д.

#### Оценка содержания топлива по температуре вспышки масла в открытом тигле

Данный метод позволяет косвенно судить о наличии топлива в работающем моторном масле по снижению температуры вспышки масла.

Сущность метода состоит в определении температуры, при которой над поверхностью нагреваемого масла появляются синие вспышки при поднесении к ней открытого пламени.

Для проведения анализа необходимы следующие приборы:  
прибор для определения температуры вспышки (рис.)  
газовая горелка или электроплитка с закрытой спиралью

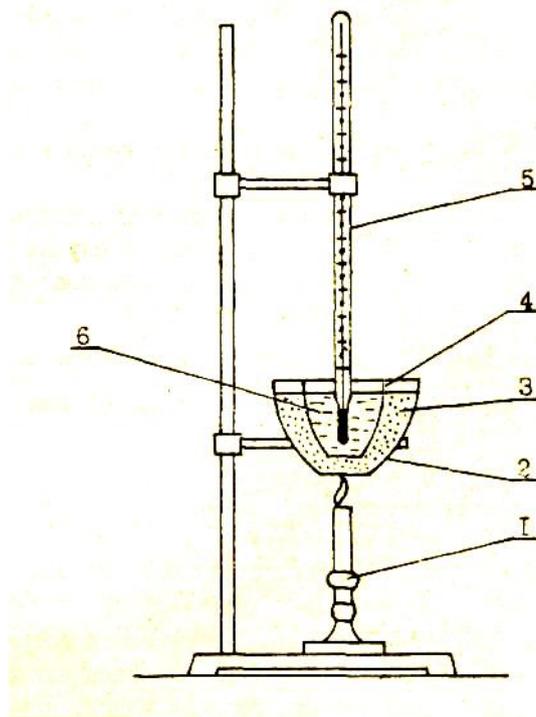


Рис. 1 Прибор для определения температуры вспышки в открытом тигле  
1 – газовая горелка; 2 – наружный тигель; 3 – прокаленный песок; 4 – внутренний тигель; 5 – термометр; 6 – анализируемое масло

Проведение анализа осуществляют в следующем порядке:

собирают прибор, как показано на рис. 1;

анализируемое масло наливают во внутренний тигель, не доливая до верхнего края 12 мм;

нагревают наружный тигель прибора пламенем газовой горелки так, чтобы температура масла повышалась сначала на  $10^{\circ}\text{C}$  в мин, а за  $40^{\circ}\text{C}$  до ожидаемой температуры вспышки на  $4^{\circ}\text{C}$  в 1 мин;

за  $10^{\circ}\text{C}$  до ожидаемой температуры вспышки проводят медленно по краю тигля, на расстоянии 10...14 мм от поверхности масла, пламенем зажигательного приспособления. Длина пламени должна быть около 4 мм, время продвижения пламени от одной стороны тигля до другой 2 – 3 с;

испытания повторяют через каждые  $2^{\circ}\text{C}$  подъема температуры до тех пор, пока над частью или над всей поверхностью масла не появится синее, исчезающее пламя. Температуру, показывающую в этот момент термометром, фиксируют как температуру вспышки масла.

Оценки работоспособности масла осуществляется в соответствии с приложением 1.

Примечание. Истинную вспышку не следует смешивать отблеском пламени зажигательного приспособления. В случае появления неясной вспышки она должна быть подтверждена последующей вспышкой через  $2^{\circ}\text{C}$ .

### **Определение содержания топлива с помощью ловушки**

Сущность метода состоит в определении содержания топлива в ловушке после отгонки из пробы работавшего масла.

Для проведения анализа необходимы следующие приборы:

установка для определения содержания топлива (рис. 2);

воронка для нагревания или сетка асбестовая;

цилиндры измерительные вместимостью 25 и 500 мл.

Перед проведением анализа необходимо:

пробу работавшего масла тщательно перемешать встряхивая в течение 5 мин и залить в колбу 25 мл, пользуясь измерительным цилиндром; цилиндр тщательно промыть горячей водой, которую также сливают в колбу;

в колбу заливают 400...500 мл воды и помещают кусочки пемзы;

ловушку наполняют водой и вставляют на корковой пробке в горло колбы;

к ловушке сверху на корковой пробке присоединяют холодильник так, чтобы конец его был помещен непосредственно на выемкой в ловушке.

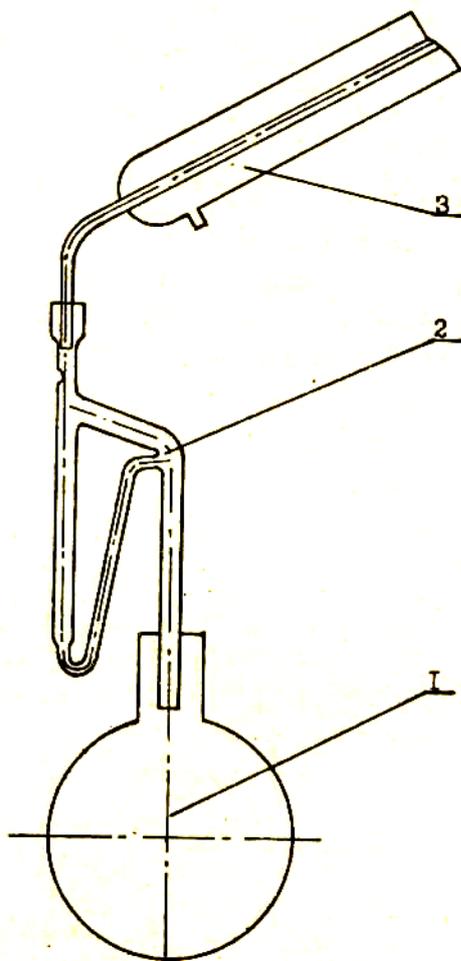


Рис. 2 Установка для определения содержания топлива:

1 – колба стеклянная короткогорлая, круглодонная вместимостью 0,75 – 1,0 л.;  
 2 – ловушка стеклянная для сбора и измерения количества топлива, с пределом измерения 0 – 12,5 мл ценой деления 0,1 мл; 3 – холодильник обратный, стеклянный, с гладкой внутренней трубкой 9 – 12 мм и с кожухом длиной не менее 400 мм; конец холодильника, вставляемый в ловушку, должен быть загнут под углом  $60^{\circ}$

Проведение анализа осуществляют в следующем порядке:

производят нагрев колбы таким образом, чтобы через 7...10 мин имело место энергичное кипение

количество отгона отсчитывают каждые 15 мин;

нагрев колбы прекращают после того, как объем отогнанного топлива не будет увеличиваться на величину одного деления ловушки в течение 15 мин;

прибору дают остыть до комнатной температуры и замеряют объем топлива в ловушке;

содержание топлива в % по объему (X) вычисляют о формуле:

$$X = \frac{V100}{25}$$

где V – количество топлива в ловушке, мл

Оценка работоспособности масла производится согласно таблицы 1.

Таблица 1

Браковочные показатели работавших масел

№№	Показатели	Значения показателей масла		ГОСТ
		Карбюраторных д.в.с.	Дизельных двигателей	
1	Изменение вязкости, % Прирост снижение	25 20	35 20	33-82
2	Содержание примесей, нерастворимых в бензине, %, не более	1,0	39	20694-75
3	Щелочное число, мг КОН/г не менее	0,5-2,0 <sup>x</sup>	1,0-3,0 <sup>x</sup>	11362-76
4	Снижение температуры вспышки, °С, не более	20	20	4333-48
5	Содержание воды, %, не более	0,5	0,3	2477-65
6	Содержание топлива, %, не более	0,8	0,8	2478-47
7	Диспергирующие свойства по методу: Капельной пробы, усл. ед. не менее	0,3-0,35	0,3-0,35	

**Заключение**

## Лабораторная работа № 4

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ

#### I. АППАРАТУРА, РЕАКТИВЫ И МАТЕРИАЛЫ

1. При проведении испытания применяют следующую аппаратуру, реактивы и материалы:

- а) стакан высокий с носиком или колба широкогорлая коническая по ГОСТ 10394—72 вместимостью 500—800 мл;
- б) стаканчик для взвешивания высокий по ГОСТ 7148—70;
- в) стеклянную воронку под углом 60°, диаметром 50—75 мм;
- г) воронку Бюхнера по ГОСТ 9147—73;
- д) воронку для горячего фильтрования;
- е) колбу для фильтрования под вакуумом по ГОСТ 6514—75;
- ж) водоструйный или иной насос, создающий разрежения;
- з) стеклянную палочку длиной 150—200 мм с оплавленным концом;
- и) эксикатор по ГОСТ 6371—73;
- к) шкаф сушильный или термостат с температурой нагрева 105—110° С;
- л) баню водяную или электроплитку с закрытой спиралью;
- м) промывалку с резиновой грушей;
- н) беззольный бумажный фильтр марки «Красная лента»;
- о) бензин марки Б-70 по ГОСТ 1012—72 или бензин для промышленно-технических целей по ГОСТ 8505—57, или бензин растворитель для резиновой промышленности по ГОСТ 443—76 марки БР-1;
- п) спирт этиловый по ГОСТ 5962—67 или ГОСТ 131—67;
- р) эфир этиловый технический;
- с) бензол по ГОСТ 5955—75, или бензол чистый каменноугольный по ГОСТ 8448—61, или нефтяной бензол;
- т) смесь этилового спирта и бензола в соотношении 1 : 4 по объему;
- у) смесь этилового спирта и этилового эфира в соотношении 4:1 по объему;
- ф) дистиллированную воду.

Примечание. Все растворители перед применением должны быть профильтрованы.

#### II. ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЮ

2. Пробу нефтепродукта хорошо перемешивают встряхиванием в течение 5 мин в бутылке, заполненной не более чем на 3/4 ее емкости. Парафинистые и вязкие нефтепродукты предварительно нагревают до 40—80° С.

Пробы присадок к маслам нагревают до 70—80° С и затем тщательно перемешивают стеклянной палочкой в течение 5 мин.

3. При анализе нефтепродуктов, содержащих воду, затрудняющую Фильтрование, пробу продукта или обезвоживают перегонкой, или фильтрацию раствора навески производят по п. 7 настоящего стандарта.

Примечание. Если для определения содержания механических примесей берется навеска меньше 50 г, обезвоженную пробу перемешивают встряхиванием и берут от нее требуемую навеску.

4. Беззольный бумажный фильтр в стаканчике для взвешивания с открытой крышкой сушат не менее одного часа в сушильном шкафу при 105 — 110° С, после чего стаканчик закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе в течение 30 мин и взвешивают с точностью до 0,0002 г. Операцию высушивания и взвешивания повторяют до получения расхождения между двумя последовательными взвешиваниями не более 0,0004 г. Повторные высушивания фильтра производят в течение 30 мин.

Фильтры для анализа, при которых применяется в качестве растворителя спирт, перед просушиванием и доведением до постоянной массы помещают в воронку для фильтрования и обрабатывают при помощи промывалки 50 мл горячего спирта.

### III. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЯ

5. От перемешанной пробы испытуемого продукта берут с точностью до 0,5 г навеску:

- при вязкости нефтепродукта до 20 сСт при 100° С — 100 г;
- при вязкости нефтепродукта более 20 сСт при 100° С — 25 г;
- высокоочищенных масел — 50 г.

Навеску мазутов с содержанием механических примесей более 1% берут в количестве 10 г с точностью до 0,1 г.

Навеску присадок берут в количестве 5—10 г с точностью до 0,02 г.

6. Навески испытуемых продуктов разбавляют в том же стакане подогретым бензином:

нефтепродукты с вязкостью до 20 сСт при 100° С — в двух-, четырехкратном количестве, а с вязкостью более 20 сСт при 100° С — в четырех — шестикратном количестве;

присадки — в девяти — двадцатикратном количестве;

мазута — в пяти — десятикратном количестве.

При определении механических примесей в темных неочищенных нефтепродуктах, неочищенных и выщелоченных маслах, маслах с присадками и присадках допускается в качестве растворителя применять бензол.

Подогрев бензина и бензола для растворения навесок испытуемых продуктов производят на водяной бане. Кипение растворителя при подогреве не допускается.

7. Горячий раствор навески фильтруют через доведенный до постоянной массы беззольный фильтр, помещенный в стеклянную воронку, укрепленную в штативе. Раствор наливают на фильтр по стеклянной палочке, воронку с фильтром наполняют раствором не более чем на 3/4 вы-

соты фильтра. Остаток на стакане смывают на фильтр чистым бензином (бензолом).

Остатки нефтепродукта или твердые примеси, приставшие к стенкам стакана, снимают стеклянной палочкой и смывают на фильтр горячим чистым бензином (бензолом).

8. Если испытуемый продукт содержит воду, затрудняющую фильтрование, раствору навески нефтепродукта дают отстояться 10—20 мин, после чего сначала фильтруют бензиновый (бензольный) раствор, сливая его с отстоя; затем отстой разбавляют пятидесятикратным количеством спиртоэфирной смеси и также фильтруют. Остаток в колбе смывают на фильтр спиртоэфирной смесью и горячим бензином (бензолом).

9. При определении содержания механических примесей в медленно фильтрующихся продуктах допускается фильтрацию раствора навески и промывку фильтра производить под вакуумом и применять воронку для горячего фильтрования.

Для фильтрации под вакуумом воронку для фильтрования с помощью резиновой пробки присоединяют к колбе для фильтрования под вакуумом, соединенной с насосом, создающим разрежение. Беззольный бумажный фильтр смачивают растворителем и помещают в воронку так, чтобы фильтр плотно прилегал к стенкам воронки. При фильтрации в воронке Бюхнера загнутые края фильтровальной бумаги должны плотно прилегать к вертикальным стенкам воронки.

Воронку заполняют раствором не более чем на  $\frac{1}{2}$  высоты фильтра, каждую новую порцию добавляют после того, как предыдущая стекла достаточно полно.

При фильтрации с применением воронки для горячего фильтрования не допускается вскипание фильтруемого раствора.

10. При окончании фильтрации фильтр с осадком при помощи промывалки с резиновой грушей промывают горячим бензином до тех пор, пока на фильтре не будет оставаться следов нефтепродукта, и растворитель не будет стекать совершенно прозрачным и бесцветным.

При определении механических примесей в темных неочищенных нефтепродуктах, неочищенных и выщелоченных маслах, маслах с присадками и в присадках допускается промывка фильтра с осадком бензолом.

При определении механических примесей в присадках и маслах с присадками при наличии на фильтре осадка, нерастворяющегося в бензине и бензоле, допускается дополнительная промывка фильтра горячей спиртобензольной смесью.

11. При определении механических примесей в присадках и маслах с присадками, для которых стандартами и ведомственными техническими условиями допускается дополнительная промывка фильтра горячей водой, фильтр с осадком после промывки органическими растворителями просушивают на воздухе в течение 10—15 мин и затем промывают горячей водой.

12. По окончании промывки фильтр с осадком переносят в стаканчик

для взвешивания, в котором сушился чистый фильтр, сушат с открытой крышкой не менее одного часа в сушильном шкафу при 105°—110°С, после чего стаканчик закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе в течение 30 мин и взвешивают с точностью 0,0002 г.

Операцию высушивания и взвешивания повторяют до получения расхождения между двумя последовательными взвешиваниями не более 0,0004 г. Повторные высушивания фильтра производят в течение 30 мин.

13. В случае, если содержание механических примесей не превышает нормы, установленной в стандарте или технических условиях на нефтепродукт или присадку, доведение фильтра до постоянной массы не производят.

#### IV. ПОРЯДОК РАСЧЕТА

14. Содержание механических примесей в процентах ( $X$ ) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_3} 100$$

где  $m_1$  — масса стаканчика для взвешивания с фильтром и механическими примесями в г;  $m_2$  — масса стаканчика для взвешивания с чистым фильтром в г;  $m_3$  — навеска нефтепродукта или присадки в г.

15. Содержание механических примесей вычисляют как среднее арифметическое из результатов двух параллельных определений.

#### V. ДОПУСКАЕМЫЕ РАСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ

16. Расхождения между параллельными определениями не должны превышать следующих величин:

Содержание механических примесей в %	Допускаемое расхождение в %
До 0,01	0,005
От 0,01 до 0,1	0,01
От 0,1 до 1,0	0,02
Более 1,0	0,20

17. Содержание механических примесей до 0,005% включительно оценивается как отсутствие их.

#### Заключение

## Лабораторная работа № 5

### КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ

#### 1. АППАРАТУРА, РЕАКТИВЫ И МАТЕРИАЛЫ

1.1. При количественном определении содержания воды в нефтепродуктах применяются следующая аппаратура, реактивы и материалы:

аппарат для количественного определения содержания воды в нефтяных, пищевых и других продуктах по ГОСТ 1594—69; допускается применение колбы к аппарату с нормальным шлифом типа КШ45/40 с прямым переходом типа Ш по ГОСТ 9425—71, а также металлической колбы\* паянной медью;

чашка фарфоровая № 4 или 5 по ГОСТ 9147—73;

цилиндр измерительной номинальной вместимостью 100 мл по ГОСТ 1770—74;

колбонагреватель с электронагревом или электроплитка с закрытой спиралью;

палочка стеклянная длиной около 500 мм с резиновым наконечником или металлическая проволока такой же длины с утолщением на конце;

растворитель — бензин прямой перегонки неэтилированный, выкипающий при температуре в пределах 80—120° С, который содержит не более 3% ароматических углеводородов (бензин-растворитель для резиновой промышленности марки БР-1 по ГОСТ 443—76); растворитель перед употреблением должен быть обезвожен и профильтрован;

пемза или неглазурованные фаянс и фарфор, или запаянные с одного конца стеклянные капилляры, или олеин, или силиконовая жидкость.

#### 2. ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЮ

2.1. Пробу испытуемого жидкого нефтепродукта хорошо перемешивают пятиминутным встряхиванием в склянке, заполненной не более чем на 3/4 емкости. Вязкие и парафинистые нефтепродукты предварительно нагревают до 40—50° С.

2.2. С поверхности образца испытуемой смазки шпателем снимают и отбрасывают верхний слой не менее 10 мм, затем в нескольких местах (не менее трех) не вблизи стенок сосуда берут пробы, примерно в равных количествах. Пробы складывают вместе в фарфоровую чашку и тщательно перемешивают.

2.3. Испытуемые образцы парафина, церезина, восковых составов и битума (взятые из разных мест) нарезают в мелкую стружку.

2.4. В хорошо просушенную колбу (стеклянную или металлическую) помещают навеску, руководствуясь таблицей.

Вид нефтепродукта	Предполагаемое содержание воды в нефтепродукте в %	Навеска в г	Точность взвешивания в г
Жидкие нефтепродукты	До 10	100±1	0,10
То же	От 10 до 20	50 ±0,5	0,05
»	От 20 и более	25 + 0,25	0,02
Консистентные смазки, парафин, церезин, восковые составы, би-	-	25 ±0,25	0,02

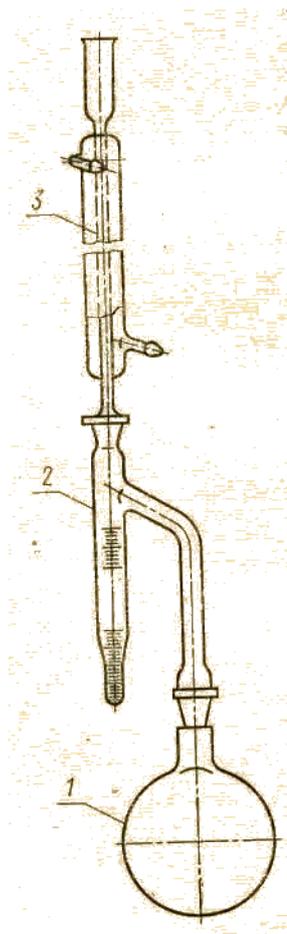
Затем цилиндром отмеривают в колбу 100 см<sup>3</sup> растворителя, тщательно перемешивают содержимое колбы до полного растворения испытуемого нефтепродукта и прибавляют в колбу несколько кусочков неглазурованного фаянса или фарфора, или несколько капилляров, или 1—2 г олеина, или несколько капель силиконовой жидкости.

Маловязкие нефтепродукты (керосин, дизельное топливо) допускается брать в колбу по объему. В этом случае отмеривают цилиндром 100 см<sup>3</sup> испытуемого нефтепродукта, выливают его в колбу и, не промывая цилиндр, отмеривают им 100 см<sup>3</sup> растворителя, который также выливают в колбу. Навеска нефтепродукта в граммах при этом будет равна произведению его объема на плотность в гс/см<sup>3</sup>.

2.5. Узкогорлую колбу (см. чертеж) соединяют непосредственно при помощи шлифа, а широкогорлую при помощи перехода и шлифов с отводной трубкой чистого и сухого приемника-ловушки 2. К приемнику-ловушке присоединяют при помощи шлифа прочищенный ватой холодильник 3.

При отсутствии аппарата с нормальными шлифами соединения производят посредством корковых пробок. В этом случае срезанный конец отводной трубки приемника-ловушки должен опускаться в колбу на 1—20 мм, а нижний край косо срезанного конца трубки холодильника должен находиться против середины отводной трубки. Во избежание пропуска паров корковые пробки заливают коллодиумом.

2.6. При резкой разнице между температурой в комнате и температурой воды, поступающей в холодильник, верхний конец трубки холодильника следует закрывать ватой во избежание конденсации атмосферной влаги внутри трубки холодильника.



### 3. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЯ

3.1. Колбу аппарата устанавливают в колбонагреватель или на электроплитку, нагревают содержимое колбы до кипения и далее перегонку ведут так, чтобы из косо срезанного конца трубки холодильника в приёмник-ловушку падали 2—4 капли в 1 с.

3.2. Если под конец перегонки в трубке холодильника задерживаются капли воды, то их смывают в приемник-ловушку сконденсировавшимся растворителем, увеличив для этого на непродолжительное время интенсивность кипячения.

3.3. Перегонку прекращают, как только объем воды в приемнике-ловушке не будет увеличиваться и верхний слой растворителя станет совершенно прозрачным. Время перегонки должно быть не менее 30 и не более 60 мин.

Оставшиеся на стенках трубки холодильника капельки воды сталкивают в приемник-ловушку стеклянной палочкой или металлической проволокой.

3.4. После того, как колба охладится, а растворитель и вода в приемнике-ловушке примут температуру воздуха в комнате, аппарат разбирают и сталкивают стеклянной палочкой или проволокой капельки воды со стенок приемника-ловушки.

Если в приемнике-ловушке собралось небольшое количество воды (до  $0,3 \text{ см}^3$ ) и растворитель мутен, то приемник-ловушку помещают на 20—30 мин в горячую воду для осветления и снова охлаждают до комнатной температуры.

Затем записывают объем воды, собравшейся в приемнике-ловушке, с точностью до одного верхнего деления занимаемой водой части приемника-ловушки.

#### 4. ПОДСЧЕТ РЕЗУЛЬТАТОВ

4.1. Содержание в испытуемом нефтепродукте воды в весовых процентах ( $X$ ) вычисляют по формуле

$$X = \frac{V\rho_v}{m} 100$$

где  $V$  — объем воды, собравшейся в приемнике-ловушке, в  $\text{см}^3$ ;

$\rho_v$  — плотность воды при температуре воздуха в комнате в  $\text{гс}/\text{см}^3$  (для упрощения расчета плотность воды при комнатной температуре принимается за  $1 \text{ гс}/\text{см}^3$ , а числовое значение объема воды в  $\text{см}^3$  — за числовое значение массы воды в г; при навеске нефтепродукта  $100 \pm 1$  г за содержание воды в нем в весовых процентах принимается число  $\text{см}^3$  воды, собравшейся в приемнике-ловушке);

$m$  — навеска нефтепродукта, взятая для испытания, в г;

4.2. Содержание в испытуемом нефтепродукте воды в объемных процентах ( $X$ ) вычисляют по формуле

$$X = \frac{V\rho_n}{m} 100$$

где  $V$  — объем воды, собравшейся в приемнике-ловушке,  $\text{см}^3$ ;

$\rho_n$  — плотность испытуемого нефтепродукта при температуре взятия навески в  $\text{гс}/\text{см}^3$ ;

$m$  — навеска нефтепродукта, взятая для испытания, в г.

При взятии испытуемого нефтепродукта в колбу по объему в количестве  $100 \text{ см}^3$  за содержание воды в нем в объемных процентах принимается число  $\text{см}^3$  воды, собравшейся в приемнике-ловушке.

4.3. Количество воды в приемнике-ловушке  $0,03 \text{ см}^3$  и меньше считается следами.

Отсутствие воды в испытуемом нефтепродукте определяется состоянием, при котором в нижней части приемника-ловушки не видно капель воды.

В сомнительных случаях отсутствие воды проверяется нагреванием испытуемого нефтепродукта в пробирке, помещенной в масляную баню, до температуры  $150^\circ \text{C}$ . При этом отсутствием воды считается случай, когда не слышен треск.

4.4. Допускаемые расхождения для параллельных определений.

4.4.1. Расхождения между двумя параллельными определениями содержания воды не должны превышать одного верхнего деления занимаемой водой части приемника-ловушки.

## **Заключение**

## Лабораторная работа № 6

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ ТОРМОЗНОЙ ЖИДКОСТИ

Определение кинематической вязкости тормозной жидкости проводят по ГОСТу 33-82 при температурах 50<sup>0</sup>С и 70<sup>0</sup>С. Сущность заключается в определении времени истечения определенного количества жидкости через капиллярный вискозиметр ВЖП по формуле:

$$\nu = C\tau$$

где:  $\nu$  – кинематическая вязкость, мм<sup>2</sup>/с

$C$  – постоянная вискозиметра, мм<sup>2</sup>/сек<sup>2</sup>, зависящая от геометрических размеров прибора.

$\tau$  – время истечения жидкости, с.

Приборы и методика для определения кинематической вязкости такие же, как и для определения кинематической вязкости моторных масел.

#### Заключение

## Лабораторная работа № 7

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТОРМОЗНОЙ ЖИДКОСТИ

Методика определения аналогична методике определения плотности топлив

#### Заключение

## Лабораторная работа № 8

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КИПЕНИЯ ТОРМОЗНОЙ ЖИДКОСТИ

Определение температуры кипения осуществляют путем перегонки 60 см<sup>3</sup> испытуемой тормозной жидкости по ГОСТ 2177-82. Перегонная установка (рис. 1) состоит из перегонной колбы, обратного холодильника и приемника – цилиндра и электронагревателя. Жидкость доводят до кипения, а затем уменьшают подачу тепла до получения требуемой скорости обратного стока. Скорость обратного стока регулируют до 1 – 2 капель в секунду, поддерживают эту скорость в течение 2 минут и только после этого снимают показания термометра.

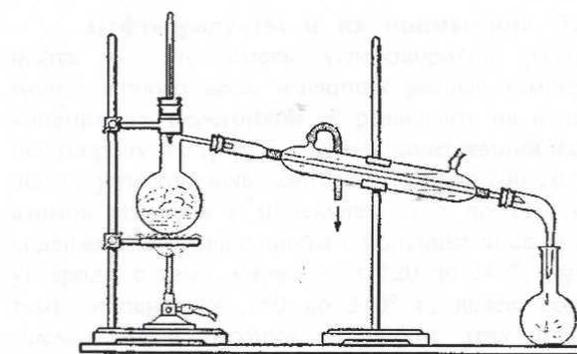


Рис. 1 Перегонная установка

За температуру кипения принимают постоянную температуру, приведенную к нормальному давлению с учетом поправки по ГОСТу 18995.7-7.

Расхождения между результатами двух параллельных определений не должны превышать 5<sup>0</sup>С.

Температуру увлажненной жидкости определяют согласно ГОСТа 14870 и вычисляют по формуле:

$$X = \frac{m(3,5 - X_1)}{96,5 + X_1}$$

где  $m$  – масса навески тормозной жидкости, г

$X_1$  – массовая доля воды в тормозной жидкости до увлажнения, %

3,5 – массовая доля воды в тормозной жидкости после увлажнения, %

96,5 – массовая доля сухой основы тормозной жидкости, %; и округляют до 0,01%.

### Заключение

## Лабораторная работа № 9

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОРРОЗИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТОРМОЗНОЙ ЖИДКОСТИ НА МЕТАЛЛЫ

Определение коррозионного воздействия на металлы. Сущность определения заключается в следующем: подготавливаются комплекты металлических пластинок белой жести (ГОСТ 13345-85), стали малоуглеродистой (ГОСТ 1050-74), алюминиевого сплава Д-16 (ГОСТ 4784-74), чугуна С-18 (ГОСТ 1412-85), меди М (ГОСТ 859-78). Размеры пластинок 80x13x2 мм. Толщина пластинки из белой жести 0,2 – 0,5 мм. Каждая из пластинок на одном конце имеет отверстие диаметром 6 мм. Пластинки, за исключением белой жести, зачищают шкуркой. Все пластинки моют в этиловом спирте, сушат, взвешивают и собирают на стальной болт в следующем порядке: белая жечь, сталь, алюминиевый сплав, чугун, медь и закрепляют гайкой. Пластинки между собой должны находиться в электролитическом контакте за исключением небольшого участка соединения стяжным болтом. Пластины располагают так, чтобы промежуток между ними составлял 2 – 3 мм. Промежуток между пластинками создается обматыванием болта стальной проволокой, использованием стальных или фарфоровых колец, надетых на болт между пластинками. Собранный комплект промывают в этиловом спирте и помещают в сосуд с тормозной жидкостью подогретой до 70<sup>0</sup>С, так, чтобы все пластинки были полностью погружены в жидкость. Сосуд плотно закрывают крышкой и помещают в сушильный шкаф, где выдерживают в течение 120 часов при температуре 70 ± 3<sup>0</sup>С. При истечении указанного времени пакет с пластинками извлекают из сосуда, промывают, высушивают и взвешивают.

Изменение удельной массы пластинки (x) мг/см<sup>2</sup> после взаимодействия с тормозной жидкостью вычисляют по формуле:

$$x = \frac{m - m_1}{A}$$

где: m – масса пластинки до испытания, мг

m<sub>1</sub> – масса пластинки после испытания, мг;

A – общая поверхность пластинки, см<sup>2</sup>.

За результат принимают среднее значение трех параллельных определений.

### Заключение

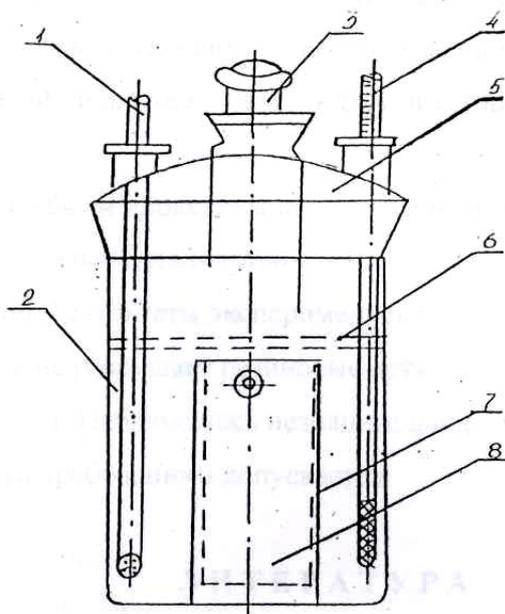


Рис. 26. Прибор для определения коррозионного воздействия на металлы  
 1 – аэратор, 2 – сосуд, 3 – холодильник, 4 – термометр, 5 – крышка, 6 – уровень жидкости, 7- металлические образцы, 8 – держатель образцов металлов

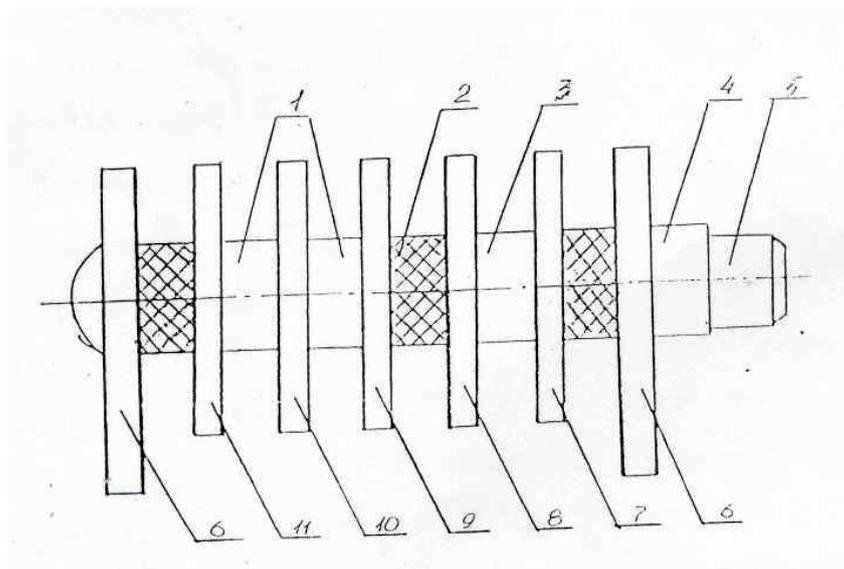


Рис. 27. Держатель металлов  
 1 – латунная прокладка, 2 – изоляционная прокладка, 3 – стальная прокладка,  
 4 – гайки, 5 – болт крепежный, 6 – латунные подставки, 7 – дюралюминий, 8 –  
 чугун, 9 – латунь, 10 – сталь, 11 – медь

## Лабораторная работа № 10

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАБУХАНИЯ РЕЗИНЫ В ТОРМОЗНОЙ ЖИДКОСТИ

Для проведения испытания берут манжеты из резины 3 группы, 2 группы по ОСТ 3805208-80 марки 7-2462 Манжеты промывают в этиловом спирте, высушивают, и взвешивают на воздухе и в воде, и помещают в сосуд с тормозной жидкостью. Сосуд плотно закрывают крышкой, помещают в термостатируемый шкаф и выдерживают в течение 72 часов при температуре  $70 \pm 3^{\circ}\text{C}$ . Затем при истечении времени манжеты извлекают, промывают спиртом, высушивают и взвешивают на воздухе и в воде

Изменение массы  $X_1$  и объема  $X_2$  вычисляют по формулам:

$$X_1 = \frac{m_3 - m_1}{m_1} 100\%$$
$$X_2 = \frac{(m_3 - m_4) - (m_1 - m_2)}{m_1 - m_2} 100\%$$

где:  $X_1$  – изменение массы, %

$X_2$  – изменение объема, %

$m_1$  – масса манжеты в воздухе до испытаний, г

$m_2$  – масса манжеты в воде до испытаний, г

$m_3$  – масса манжеты в воздухе после испытаний, г

$m_4$  – масса манжеты в воде после испытаний, г

За результат принимают среднее значение трех параллельных определений.

Для испытания используют манжеты из резин 7-2462 и 51-1524.

Число манжет, на которых проводят испытание, должно быть не менее трех.

Измерение наружного диаметра основания манжеты проводят с помощью горизонтального компаратора типа ИЗА-7 или измерительных микроскопов типа УИМ-21 (23).

Каждую манжету промывают этиловым спиртом, высушивают на воздухе и измеряют диаметр; взяв за результат среднее значение из двух измерений, произведенных во взаимоперпендикулярных направлениях. С помощью пинцета (щипцов) манжеты помещают в емкость (в емкость помещают манжеты одного типа резины) и наливают  $(100 \pm 1)$  см<sup>3</sup> тормозной жидкости. Емкость плотно закрывают крышкой и помещают в термостат (камеру), где выдерживают в течение  $(72 \pm 2)$  ч. при температурах  $(72 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  манжеты из резины 7-2462 и  $(125 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  манжеты из резины 51-1524. После выдержки емкость вынимают из термостата (камеры) и охлаждают до  $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  в течение 60 – 90 мин. На воздухе, либо помещения манжеты в другую стеклянную емкость с той же тормозной жидкостью при температуре  $(23 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ . Охлажденные манжеты промывают погружением в этиловый спирт не более, чем на 30

с., быстро высушивают на воздухе и определяют внешний вид (клейкость, вздутие, шелушение). Затем измеряют диаметр каждой манжеты, взяв среднее значение двух измерений, произведенных во взаимоперпендикулярных направлениях. Измерение проводят не позднее, чем через 15 мин после того, как манжеты извлечены из тормозной жидкости.

Изменение диаметра основания манжеты ( $\Delta d$ ) в процентах вычисляют по формуле:

$$\Delta d = \frac{d_2 - d_1}{d_1} 100$$

где  $d_1$ ,  $d_2$  – диаметр основания манжеты до и после испытания, соответственно, мм. Результат измерения округляют до 0,1%.

### **Заключение**

## Лабораторная работа № 11

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАМЕРЗАНИЯ ТОРМОЗНОЙ ЖИДКОСТИ

Прибор для определения температуры замерзания тормозных жидкостей (рис. 1) состоит из двух сосудов наружного и внутреннего. Наружный сосуд 1 диаметром 0,200 м изготовлен из жести или стекла и предназначен для помещения жидкости. Снаружи он обложен теплоизолирующим материалом – асбестом. Внутренний сосуд состоит из двух концентрических стеклянных пробирок 2 и 3, вставленных одна в другую. Наружная пробирка диаметром 0,03 м, внутренняя – 0,02 м. Во внутреннюю пробирку помещается термометр 4 и мешалка 5, изготовленная из проволоки. Термометр применяется для низких температур с делениями на 1 градус.

Испытуемую специальную жидкость заливают в чистую сухую (внутреннюю) пробирку 3 до уровня 0,04 м. Пробирку закрывают пробкой с термометром и мешалкой. Термометр вставляют так, чтобы его ртутный шарик находился в пробирке на расстоянии 0,02 от дна и на одинаковом расстоянии от стенок. В сосуд 1 наливают этиловый спирт денатурат или ацетон и охлаждают его при помощи твердой углекислоты до  $-30 \div -50^{\circ}\text{C}$

В охлажденную смесь погружают внутренний сосуд с испытуемым продуктом. Уровень охлаждающей смеси должен быть на 0,04 – 0,05 м выше уровня специальной жидкости в пробирке. Специальная жидкость охлаждается медленно, температура понижается на 5 – 6 градусов в 1 минуту при постоянном помешивании, поэтому температуру замерзания для достоверности определяют 3 раза. Определение прекращают при расхождении между данными не более чем 1 градус.

Температуру специальной жидкости в момент появления кристаллов (в виде легкого облачка) принимают за температуру замерзания

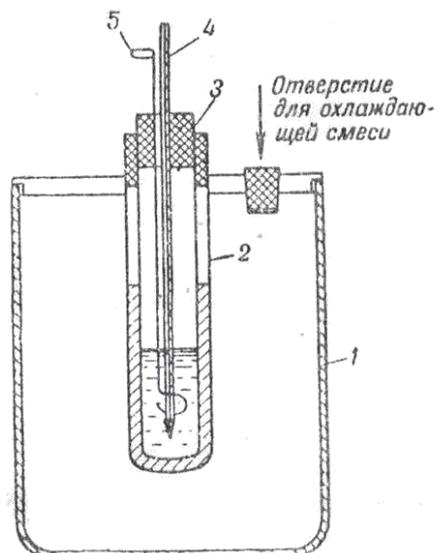


Рис. 7. Схема прибора для определения температуры замерзания специальных жидкостей

1 – наружный сосуд; 2 – наружная пробирка; 3 – внутренняя пробирка; 4 – термометр; 5 - мешалка

### Заключение

## Лабораторная работа № 12

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СМАЗЫВАЮЩИХ СВОЙСТВ ТОРМОЗНОЙ ЖИДКОСТИ

Оценку смазывающих свойств проводили на лабораторной установке, разработанной в лаборатории кафедры «Химмотология» (рис. 1).

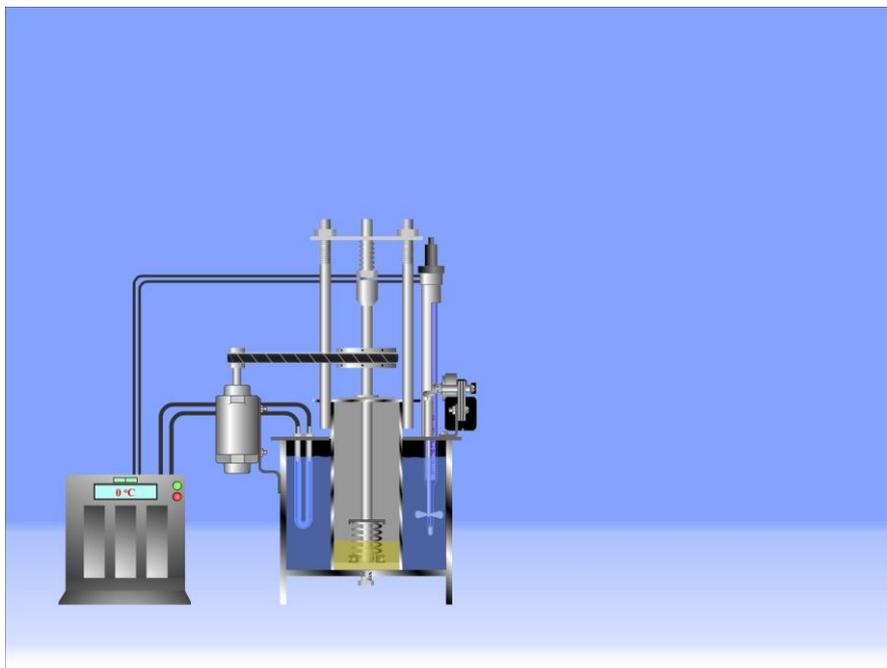


Рис. 1. Схема лабораторного прибора для определения смазывающих свойств жидкостей

Термостатирование жидкости осуществляется в термостате, куда вмонтирован стакан с испытуемой жидкостью и пластинкой.

Сущность метода заключается в том, что стержень со стальным шариком на конце приводится во вращательное движение со скоростью скольжения относительно пластины близкой скорости скольжения трущихся деталей гидропривода. Максимально возможная скорость скольжения поршней главного тормозного и колесных цилиндров 0,25 м/с. Таким образом, составляется трущаяся пара, состоящая из стального шарика и пластины из алюминиевого сплава.

#### **Установка для определения смазывающих свойств жидкостей (УОССЖ)**

Установка для определения смазывающих свойств специальных жидкостей состоит из стакана (1), термостата (2) и крышки (3), в которую вмонтированы ТЭН (4), контактный термометр (5) и электрический двигатель (6) для мешалки (7), включателя для двигателя (8), блока питания (9) для ТЭН и контактного термометра.

На дно металлического стакана (1), в термостате устанавливается испытуемая пластинка (11).

В крышку (12) стакана вмонтирован металлический стержень (13) со шкивом (14), на конце стержня приварен стальной шарик (15).

Шкив приводится в движение с помощью электрического двигателя (16) через ременную передачу (17). Для придания необходимой нагрузки стержень снабжен пружиной (18).

В нижней части стержень опирается на пружину (19), которая обеспечивает касание стержня на пластинку. В центре нижней части стакана имеется отверстие для слива ГСТЖ (20).

Установка и все её детали выполнены из нержавеющей стали.

Лабораторная установка позволяет проводить исследования смазывающих свойств жидкостей, имеющих в небольшом количестве. Этот метод не требует высокой квалификации оператора и дорогостоящего оборудования и позволяет в короткие сроки исследовать смазывающие свойства жидкостей.

### Принцип действия

В термостат наливали глицерин и при помощи ТЭН нагревали до температуры  $70^{\circ}\text{C}$ , температура регулируется контактным термометром.

На дно стакана уложена испытуемая пластина, смоченная ГСТЖ. Стержень с шариком касается пластины. При вращении стержня шарик касается поверхности пластины и получается пара трения. Для определения износа пластины в зависимости от нагрузки на крышке стакана установлено приспособление, которое регулирует нагрузку шарика на пластину.

При включении электрического двигателя шкив со стержнем начинает вращаться. При этом шарик касается пластинки и происходит трение.

Процесс проводим по режиму (стр.78)

Для определения износа испытуемой пластины сравниваем её вес до и после опыта. Данные эксперимента приведены в таблице (стр. 79).

Слив отработанной ГСТЖ производим через сточное отверстие дна стакана, которое во время работы герметично закрывается при помощи паранитовой шайбы и болта. Результаты исследований занести в таблицу 2

Таблица 2

Образец тормозной жидкости	Масса пластинки	
	До опыта	После опыта

### Заключение

## **Лабораторные работы №№ 13-18**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ**

Методика определения производится аналогично методикам по тормозным жидкостям.







